

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-124019

(43)Date of publication of application : 28.04.2000

(51)Int.Cl.

H01F 1/08

G22C 38/00

G23C 22/76

H01F 1/053

(21)Application number : 10-295925

(71)Applicant : MINEBEA CO LTD

(22)Date of filing : 16.10.1998

(72)Inventor : MIURA TOSHIHIKO
KAWASAKI MASAHIITO
SUZUKI TOSHIHARU
NISHIDA SHUICHI

(54) RESIN-BONDED RARE-EARTH MAGNET

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a rust-preventing synthetic resin coating film which covers the surface of the compression-molded main body of a resin-bonded rare-earth magnet formed by compression-molding a thermosetting synthetic resin, containing rare-earth alloy powder as thin as possible without causing defects such as bubbles, pinholes, etc.



SOLUTION: A resin-bonded rare-earth magnet comprises a main body 1 which is formed by kneading rare-earth alloy power having 20-300 μ m grain size with a thermosetting synthetic resin, a filler 3 embedded and fixed in recessed sections 2 on the surface of the main body 1 and having 0.1-15 μ m grain size, and a rust-preventing coating film applied to the flattened

surface of the main body 1 made of synthetic resin.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-124019

(P2000-124019A)

(43) 公開日 平成12年4月28日 (2000. 4. 28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 1 F 1/08		H 0 1 F 1/08	A 4 K 0 2 6
C 2 2 C 38/00	3 0 3	C 2 2 C 38/00	3 0 3 D 5 E 0 4 0
C 2 3 C 22/76		C 2 3 C 22/76	
H 0 1 F 1/053		H 0 1 F 1/04	H

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-295925

(22) 出願日 平成10年10月16日 (1998. 10. 16)

(71) 出願人 000114215

ミネベア株式会社

長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106-73

(72) 発明者 三浦 敏彦

静岡県磐田郡浅羽町浅名1743-1 ミネベア株式会社開発技術センター内

(72) 発明者 川崎 正仁

静岡県磐田郡浅羽町浅名1743-1 ミネベア株式会社開発技術センター内

(74) 代理人 100078400

弁理士 辻 実

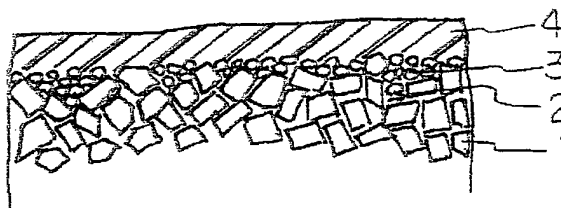
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 樹脂結合型希土類磁石

(57) 【要約】

【課題】 希土類合金粉末と熱硬化性合成樹脂を圧縮成形した樹脂結合型希土類磁石において、圧縮成型した磁石本体の表面を覆う合成樹脂からなる防錆被膜を、気泡やピンホールなどの欠陥を生ぜさせることなく、可及的に薄く形成することが出来るような樹脂結合型希土類磁石を得ること。

【解決手段】 粒径が20乃至300 μ mの希土類合金粉末と熱硬化性合成樹脂とを混練した磁石本体1と、該磁石本体1の表面の凹み部2に埋め込み固定された粒径0.1乃至15 μ mの充填物3と、該磁石本体1表面の凹み部2に該充填物3が埋め込まれて平坦化された磁石本体1の表面に塗布された合成樹脂から成る防錆被膜4から成る樹脂結合型希土類磁石。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 希土類合金粉末と熱硬化性合成樹脂を圧縮成形した樹脂結合型希土類磁石において、粒径が20乃至300 μm の希土類合金粉末と熱硬化性合成樹脂とを混練した磁石本体と、該磁石本体の表面の凹み部に埋め込み固定された粒径0.1乃至15 μm の充填物と、該磁石本体表面の凹み部に該充填物が埋め込まれて平坦化された磁石本体の表面に塗布された合成樹脂から成る防錆被膜から成ることを特徴とする樹脂結合型希土類磁石。

【請求項2】 磁石本体の凹み部に埋め込み固定された上記充填物は、熱硬化性合成樹脂により凹み部に固定化されていることを特徴とする請求項1に記載の樹脂結合型希土類磁石。

【請求項3】 上記磁石本体の表面に塗布された合成樹脂から成る防錆被膜の厚みは、1乃至30 μm であることを特徴とする請求項1に記載の樹脂結合型希土類磁石。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁石表面粗さを低く抑えることにより優れた耐食性を発揮する樹脂結合型希土類磁石に関する。

【0002】

【従来の技術】 希土類金属と遷移金属からなる希土類磁石は、フェライトやアルニコ磁石と比較し格段に優れた磁気特性を有し近年多方面に使用されている。しかし、Nd-Fe-B系希土類磁石は高温多湿条件下で容易に酸化して磁気特性の低下や錆の発生を生じやすいため、磁石表面に樹脂や金属膜を形成して酸化防止を行っている。特に、Nd-Fe-B急冷粉末と有機物樹脂から成るボンド磁石においては、スプレー若しくは電着によって成形体表面に樹脂を被覆するか、或いはニッケルメッキを行うことが一般に実施されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 樹脂結合型希土類磁石は、PMステッピングモーターや、HDDおよびCD-ROM駆動用のスピンドルモーターに主として用いられ、小型化や省電力化のために、磁気特性や耐食性などの面で高い品質が求められている。特にHDDの高記録密度化に伴って、スピンドルモーターは高回転で清浄さが要求され、従って搭載される磁石においても十分な耐食性と強度を有し、有機物などの付着がないことが重要となっている。

【0004】 一般に、樹脂結合型希土類磁石はその表面にエポキシやアクリル樹脂の塗膜を形成することにより耐食性が向上する。しかし、少量の結合樹脂中に粒径数十〜数百 μm の磁粉が不揃いに固定されているため磁石の表面に凹凸が多く、そのため塗膜は膜厚が不均一となって平滑性が保てず、またピンホールや気泡などの欠陥

を生じやすくなるために耐食性の低下を招く。また、磁石表面に突起状に露出した磁粉には塗膜が充分に被覆されず、スピンドルモーターの回転中に磁粉が脱落して回転不良を起こす恐れがあった。

【0005】 その対策として、磁粉の粒径を10 μm 以下まで小さくして磁石表面の凹凸を小さくする試みがあるが、その場合には圧縮成形における磁石密度の確保が不十分となり、所望の磁気特性を得ることが難しい。一方、塗装や電着或いはメッキ等の皮膜形成方法の改善を行っても、磁石表面の凹凸を抜本的に解消することが困難であった。従って、充分高い耐食性を得るには塗膜厚を厚く数十 μm とする必要がある。しかし、この厚膜磁石をスピンドルモーターに使用する場合には厚膜のために磁石体積当たりの有効磁束が減少してしまい、モーター特性上不具合であった。このような状況の中で、磁石表面粗さを低く抑えた高耐食性と高強度の樹脂結合型希土類磁石が求められていた。

【0006】 本発明は上述の如き事情に鑑みなされたもので、その目的は、希土類合金粉末と熱硬化性合成樹脂を圧縮成形した樹脂結合型希土類磁石において、圧縮成形した磁石本体の表面を覆う合成樹脂からなる防錆被膜を、気泡やピンホールなどの欠陥を生ぜさせることなく、可及的に薄く形成することが出来るような樹脂結合型希土類磁石を得ることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記の如き本発明の目的を達成するために、本願の請求項1に係る発明では、希土類合金粉末と熱硬化性合成樹脂を圧縮成形した樹脂結合型希土類磁石において、粒径が20乃至300 μm の希土類合金粉末と熱硬化性合成樹脂とを混練した磁石本体と、該磁石本体の表面の凹み部に埋め込み固定された粒径0.1乃至15 μm の充填物と、該磁石本体表面の凹み部に該充填物が埋め込まれて平坦化された磁石本体の表面に塗布された合成樹脂から成る防錆被膜から成ることを特徴とする樹脂結合型希土類磁石が提供される。本願の請求項2に係る発明では、請求項1に係る発明において、磁石本体の凹み部に埋め込み固定された上記充填物は、熱硬化性合成樹脂により凹み部に固定化されていることを特徴とする樹脂結合型希土類磁石が提供される。本願の請求項3に係る発明では、請求項1に係る発明において、上記磁石本体の表面に塗布された合成樹脂から成る防錆被膜の厚みは、1乃至30 μm であることを特徴とする樹脂結合型希土類磁石が提供される。

【0008】

【発明の実施の形態】 本発明の、磁石表面粗さを著しく小さくした樹脂結合型希土類磁石について以下に説明する。本発明の希土類合金は、超急冷法によって造られるNd-Fe-Bや、水素の吸着を利用して造られる(HDDR法と称する製法による)Nd-Fe-B、若しくはSm-Fe-N、Sm-Coなどの種々の希土類遷移

金属系の磁性粉末が用いられる。粉末粒径は数 μm ～数百 μm の範囲で使用可能であるが、本発明においては20～300 μm とする必要がある。20 μm 未満の小さすぎる粉末では、圧縮成形工程での成形圧力を大幅に増大しないと必要な密度が得られず、従って所望の磁気特性を得難くまた金型の損耗が激しい。300 μm を越える粗粒では、磁石表面粗さが著しく大きくなって凹凸を改善することが困難となり外観的にも劣るものとなる。

【0009】上記磁性粉末に混合する熱硬化性樹脂として、エポキシやフェノール、メラミン等の固形或いは液状の樹脂を用いることができ、圧縮成形法におけるその混合比率は通例1～5質量%の範囲である。また、その他の添加剤として金属と樹脂の結合度改善のためにシランカップリング剤や、成形における潤滑性改善のために脂肪酸やその塩類などを用いる場合がある。磁性粉末と樹脂および添加剤は、一般的な設備機器を用いて混合、混練、造粒、整粒などの工程を経て加工され、成形金型に充填して成形体とし、図1に示す磁石本体1を得る。なお、合金粉末の選択により磁界中で成形することによって、異方性の磁石本体を得ることができる。

【0010】表面粗さの小さい平滑な磁石成形体を得るには、以下のような種々の方法を採用することができる。即ち、磁性粉末に対する樹脂比率を多くして成形体表面の気孔を減らす。脂肪酸などの潤滑効果のある添加剤を加える、或いは金型に窒化硼素などの潤滑剤を塗布するなどして、成形体表面の摩擦を減らす。磁性粉末を高密度に充填して成形体内外の気孔を減らすなどである。

【0011】また、図1に示すように、磁石本体1の表面における磁性粉末間の凹み部2に無機質の充填物3を充填することにより、表面上の凹凸を減らして平滑な表面を得ることができる。無機質の充填物として例えば、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 などの酸化物や、各種の炭化物、硼化物、窒化物、硫化物など、或いはグラファイト、その他耐食性金属や合金などの粉末が用いられる。但し磁性粉末の空隙を埋めるには、これらの粉末粒径は0.1～15 μm の範囲とすることが必要であり、それによって本願目的の表面粗さRaが3 μm 以下を達成できる。0.1 μm 未満では空隙以外の平坦部にも堆積して表面粗さが逆に大きくなる傾向があり、また空中に浮遊しやすくなって取り扱いが難しくなる。一方、15 μm を超えると粗大空隙を埋めることはできるが、それ以外の空隙を埋めることができなくなり、本願の目的とする表面粗さRaが3 μm 以下を達成できなくなる。

【0012】無機質の充填物3の充填方法としては、例えば粒径1.5 μm の TiO_2 粉末と室温で粉末状のエポキシ樹脂を質量比で1:1で混合し、磁石成形体とアルミナボールと共にボットに装填して10分間程度のボールミルを行う。続いて、 TiO_2 とエポキシ粉末が表面に充填された磁石成形体を振動篩にかけて余分に付着

した充填剤を取り除き、120～150℃で30分間のエポキシ硬化処理を行って、成形体表面における TiO_2 粉末の固定化をはかる。その他に、液状の熱硬化性樹脂やボールミルの代わりに他の混合機などを使用しても差し支えない。図2、3に、 TiO_2 粉末を充填処理する前と後の、磁石成形体表面の斜視図を示す。処理後の試料では表面凹凸や気孔が著しく減少していることがわかる。なお処理前後の表面粗さRaは、図2、3に示すものでそれぞれ4.1 μm と1.8 μm であった。

【0013】樹脂結合型希土類磁石の場合、一般に耐食性の向上と磁性粉末の脱落防止のためにスプレー塗装や電着塗装、或いはニッケルメッキなどの方法によって、磁石本体1の表面に耐食性の向上を目的とした防錆被膜4を1 μm ～30 μm 程度形成する。この場合、防錆被膜形成後の表面粗さは成形体の表面粗さに依存し、磁石本体1の表面が平滑であれば防錆被膜形成後も必然的に平滑面が得られ、粗さRaは防錆被膜形成前後でほぼ同じ値を示す。さらに、防錆被膜形成後の表面粗さが小さいほど耐食性に優れることが高温高湿試験結果から明らかになり、従って表面粗さが小さいほど被膜厚さを薄くできることもわかった。

【0014】本発明において目的とする高耐食性の磁石を得るためには、防錆被膜形成後の磁石の表面粗さRaが3 μm 以下であることが必須である。3 μm を超えて大きい場合は、磁石本体の凹凸が過大であるために充填物3の埋め込みや防錆被膜によっても修復が困難となり、耐食性の確保ができなくなる。

【0015】図4に、Nd-Fe-B系ボンド磁石の表面粗さRaと耐食性の関係を示す。粗さの異なる磁石試料は、 TiO_2 粉末と粉末エポキシの添加量を変えて径12mm、長さ10mmの円柱状成形体表面に充填し、エポキシ系塗料をスプレー法により20 μm 塗布して製作した。表面粗さは表面粗さ測定器を用いて測定した。耐食性は、70℃、95%RHの高温高湿下で500時間放置後の錆の発生状況によって評価した。(図4中の記号は、○：変化なし、△：膨れ発生、×：赤錆発生)

【0016】図4から明らかなように、磁石試料の耐食性はその表面粗さの大小によって影響され、Raが2 μm 以下の場合に所望の耐食性を確保できることがわかる。また、表面粗さの小さい磁石では磁石全表面にわたって均一な塗装膜が形成され、着磁工程やモーター組み立て工程での磁性粉末脱落の危険性を免れるために、特にクリーンな動作環境が求められるHDDモーターには好適である。以下、実施例に従って本発明を詳しく述べる。

【0017】

【実施例】実施例1

Nd-Fe-B系急冷薄片を粉砕し、粉末粒径がそれぞれ10以下、20～45、45～105、45～180、45～300、45～500 μm の粉末を得た。こ

の粉末に、結合材として1.5~3.0質量%の液状エポキシ樹脂と潤滑剤として0.2質量%のオレイン酸を添加混合し、混練、造粒した。続いて、金型内で造粒粉を1 GPaの圧力で圧縮成形し、150℃で1時間の樹脂硬化処理を行って、外径18mm、内径16mm、長さ3mmの磁石成形体を得た。次に、1.5μmのTiO₂粉末とエポキシ樹脂粉末を質量比で1:1で混合し、磁石成形体とアルミナボールと共にボットに装填して10分間ボールミルを行った。さらに、磁石成形体を振動篩にかけて余分に付着したTiO₂粉末とエポキシ粉末を取り除き、150℃で30分間の硬化処理を行った。最後に、純水洗浄をしてスプレー法によりエポキシ系塗装を行って、膜厚20μmの耐食性皮膜を形成して磁石試料とした。試料の表面粗さは表面粗さ測定器により、磁気特性はBHトレーサーを用いて測定した。耐食性試験は、試料を70℃、95%RHの高温高湿下で500h放置し、試料表面の錆の発生状況によって判定した。図5にその結果を示す。

【0018】図5から、磁性粉末粒径が大きくなるに従って磁石表面粗さが大きくなり、45~500μmの比較例試料(f)の場合にはRaが3.9μmを示し、耐食性試験後には表面に膨れが観察され、膨れ箇所の塗膜下部には赤錆が発生していた。一方、10μm以下の比較例試料(a)の場合には表面粗さが小さく錆発生は認められなかったが、粒径が小さすぎるために十分な成形密度が得られず所望の磁気特性(BHmax)が得られなかった。従って、磁性粉末粒径が20~300μmの本発明試料(b)~(e)において所望の磁気特性を確保しながら、耐食性を満足することがわかった。

* (図5中の記号は、○:変化なし、△:膨れ発生)

【0019】実施例2

Nd-Fe-B系急冷薄片を粉碎分級した45~180μmの粉末に、2質量%の液状エポキシ樹脂を添加混合し、混練、造粒した。続いて、実施例と同じく圧縮成形し、150℃で1時間の樹脂硬化処理を行って、外径18mm、内径16mm、長さ3mmの磁石成形体を得た。次に、粒径が0.05から20μmの各種SiO₂粉末とエポキシ樹脂粉末を質量比で2:1で混合し、磁石成形体とアルミナチップと共に遊星回転ボットに装填して10分間運転を行った。さらに、余分な付着粉末を取り除いて150℃で30分間の硬化処理を行い、純水洗浄後に膜厚15μmのエポキシ系塗装と硬化処理を行って、磁石試料とした。実施例1と同様に行った耐食性試験の結果を図6に示す。

【0020】図6から、磁石表面粗さは充填剤として用いたSiO₂粒径に依存し、また錆の発生状況にも影響していることがわかる。比較例試料(g)ではSiO₂粉末粒径が微細すぎるために、磁性粉末空隙を十分に埋めきれないまま空隙以外の表面に堆積する結果、表面粗さの改善効果が認められなかった。一方、比較例試料

(m)ではSiO₂粉末粒径が過大であるために、少数の空隙しか埋めることができない。従って、充填剤の粒径が0.1~15μmの本発明試料(h)~(l)において、錆の発生がなく耐食性を満足することがわかった。

* (図6中の記号は、○:変化なし、△:膨れ発生、×:赤錆発生)

【0021】実施例3

平均粒径が120μmの異方性Nd-Fe-B系粉末に、2質量%の液状エポキシ樹脂と0.2質量%のステアリン酸を添加混合し、混練、造粒した。続いて800kA/mの磁界中、造粒粉を0.6~1.6GPaの圧力で圧縮成形し、150℃で1時間の樹脂硬化処理を行って、外径12mm、長さ10mmの磁石成形体を得た。この際に用いた成形金型は、ダイス内径表面粗さを0.6μmとし、一般的なラップ研磨面の場合0.1μmよりも粗くした。この理由は、粉末圧縮工程での成形体表面の摩擦力を大きくさせて表面層に位置する過大な磁性粉末の破砕を容易にし、その結果成形体の表面粗さを小さくするためである。成形体には膜厚15μmのエポキシ系塗装を行って磁石試料とした。試料の密度と磁気特性を測定し、実施例1と同様に行った耐食性試験の結果を図7に示す。

【0022】図7から、成形圧力の増加に従って磁石密度と磁気特性が向上し、表面粗さが小さくなるとともに錆の発生が抑制されることが明らかになった。比較試料(n)と(o)の場合には、磁石密度が充分でないために表面に大きな空隙が多く存在し、その結果表面粗さが大きいままとなっている。本結果により、表面粗さRaが3μm以下の本発明試料(b)~(e)は、十分な耐食性を有することがわかった。

* (図7中の記号は、○:変化なし、△:膨れ発生、×:赤錆発生)

【0023】以上、本発明を上述の実施の形態により説明したが、本発明の主旨の範囲内で種々の変形や応用が可能であり、これらの変形や応用を本発明の範囲から排除するものではない。

【0024】

【発明の効果】本願の請求項1乃至3に記載の発明では、磁石本体の表面に生じる凹み部の大きさよりも小さい粒径の充填物でその凹み部を埋めて、実質的に磁石本体の表面を平坦にし、表面粗さRaを3μm以下とした上で、その表面に合成樹脂により防錆被膜を形成するので、該防錆被膜の表面は実質的に平坦にされた磁石本体の表面と同じ表面粗さとする事が出来、極めて平坦な防錆被膜と形成することが出来、結果として、その厚みを、1乃至30μmと薄く形成しても、ピンホールや泡のような欠陥が生ぜず、耐食性に優れると共に磁性粉末の脱落危険性もなく、クリーンで高性能なHDDやCD-ROM用駆動モーター向けに適合する磁石を提供する

ことが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明に係る樹脂結合型希土類磁石の断面図である。

【図2】図2は、磁石本体の表面に発生した凹み部を示す斜視図である。

【図3】図3は、磁石本体の表面に発生した凹み部に充填物を充填した状態を示す斜視図である。

【図4】図4は、表面の粗さと錆発生との関係を示す特性図である。

【図5】図5は、実施例1の結果を示す特性表図であ

る。

【図6】図6は、実施例2の結果を示す特性表図である。

【図7】図7は、実施例3の結果を示す特性表図である。

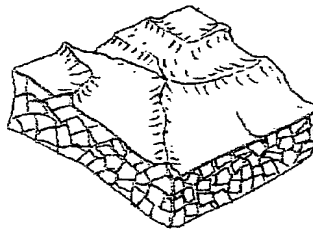
【符号の説明】

- 1 磁石本体
- 2 磁性粉末間の凹み部
- 3 無機質の充填物
- 4 防錆被膜

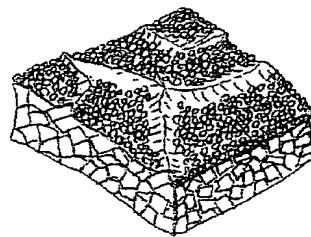
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

粗さ Ra (μm)	1.2	1.8	2.3	2.7	3.6	4.4
錆の発生状況	○	○	○	○	△	×

* (表中の記号は、○：変化なし、△：膨れ発生、×：赤錆発生)

【図5】

試料名	磁性粉末粒径 (μm)	充填物量 (質量%)	BH _{max} (kJ/m ³)	表面粗さ Ra (μm)	錆の発生*
比較例試料 (a)	10以下	3.0	73.5	1.0	○
本発明試料 (b)	20~45	2.6	85.4	1.2	○
本発明試料 (c)	45~105	2.2	87.8	1.7	○
本発明試料 (d)	45~180	2.0	88.1	2.1	○
本発明試料 (e)	45~300	1.8	88.3	2.6	○
比較例試料 (f)	45~500	1.6	88.1	3.9	△

* (表中の記号は、○：変化なし、△：膨れ発生)

【図6】

試料名	SiO ₂ 粒径 (μm)	表面粗さ Ra (μm)	錆の発生*
比較例試料 (g)	0.05	3.4	△
本発明試料 (h)	0.1	2.7	○
本発明試料 (i)	0.5	1.8	○
本発明試料 (j)	2	1.3	○
本発明試料 (k)	10	1.7	○
本発明試料 (l)	15	2.5	○
比較例試料 (m)	20	3.8	×

* (表中の記号は、○：変化なし、△：膨れ発生、×：赤錆発生)

【図7】

試料名	成形圧力 (GPa)	磁石密度 (×10 ³ g/cm ³)	BH _{max} (kJ/m ³)	表面粗さ Ra (μm)	錆の発生*
比較例試料 (n)	0.6	5.84	103	4.1	×
比較例試料 (o)	0.8	6.04	118	3.3	△
本発明試料 (p)	1.0	6.17	132	2.2	○
本発明試料 (q)	1.2	6.28	141	1.6	○
本発明試料 (r)	1.4	6.36	149	1.4	○
本発明試料 (s)	1.6	6.43	154	1.3	○

* (表中の記号は、○：変化なし、△：膨れ発生、×：赤錆発生)

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 俊治
静岡県磐田郡浅羽町浅名1743-1 ミネベ
ア株式会社開発技術センター内
(72)発明者 西田 秀一
静岡県磐田郡浅羽町浅名1743-1 ミネベ
ア株式会社開発技術センター内

Fターム(参考) 4K026 BA01 BA08 BB08 CA02 CA39
CA41 DA01 EA02 EA03 EB08
EB11
5E040 AA03 AA04 AA06 BB05 BC01
BC05 BC08 HB14 NN06